



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗ ПО МИННО ДЕЛО, ГЕОЛОГИЯ И МЕТАЛУРГИЯ
SCIENTIFIC AND TECHNICAL UNION OF MINING, GEOLOGY AND METALLURGY
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОЮЗ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ, ГЕОЛОГИИ И МЕТАЛЛУРГИИ

PROCEEDINGS

OF THE XITH NATIONAL CONFERENCE
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
OF THE OPEN AND UNDERWATER
MINING OF MINERALS



елаците мед АД  ellatzite med АД



УПРАВЛЕНИЕ И ОБОГАТИТЕЛНА ФАБРИКА - с. Мирково 2086
Тел.: (02) 923 77 12, Факс: (02) 923 78 67
РУДНИК - гр. Етрополе 2180
Тел.: (02) 923 76 72, Факс: (02) 923 76 78

HEAD OFFICE AND FLOTATION PLANT - 2086 Mirkovo, Bulgaria
Tel.: (+359 2) 923 77 12, Fax: (+359 2) 923 78 64
MINE - 2180 Etropole, Bulgaria
Tel.: (+359 2) 923 76 72, Fax: (+359 2) 923 76 78

PROCEEDINGS OF THE XITH NATIONAL CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION OF THE OPEN AND UNDERWATER MINING OF MINERALS

June 19-23, 2011
International House of Scientists "Fr. J. Curie"
Varna, Bulgaria



CRITERIA FOR EVALUATION OF THE SEISMIC ACTION OF BLASTING IN THE OPEN PIT MINES

Prof. D-r Risto Dambov, Dr.Sci., University Goce Delcev, Faculty of Mining, Stip, R. Macedonia
D-r Stevko Bosevski, Grad. min.eng., Rudproekt Doo, Executive director, Skopje. R. Macedonia
Ilija Dambov, Grad. min.eng., Bucim – mine, Radovis, R. Macedonia

ABSTRACT

In this paper one of the goals is to analyze and define the criteria for assessment of shocks in terms of appropriate application for methods of mining, safety distances, especially for different mining conditions. This gets a final conclusion on the assessment of shocks depending of the parameters of mining, safety distances when performing the various methods of blasting and the formation of tabular presentation of evaluation criteria for the shocks and safety distances.

The paper provided some measurements carried out by seismic shocks caused when carrying out primary mining and appropriate parameters in terms of safety of the surrounding buildings.

Key words: seismic tremors, criterion, mining, blasting, open pit mine, safe distance

КРИТЕРИУМИ ЗА ОЦЕНА НА СЕИЗМИЧКО ДЕЈСТВО ПРИ МИНИРАЊЕ НА ПОВРШИНСКИТЕ КОПОВИ

АПСТРАКТ

Во овој труд една од целите е да ги анализира и дефинира критериумите за оцена на потресите во услови на соодветна примена на методите на минирање, безбедносните растојанија, посебно за различни услови на минирање. Со тоа се добива конечен заклучок за оцена на потресите во зависност од параметрите на минирање, безбедносните растојанија при изведување на различни методи на минирање и формирање на табеларен приказ на критериумите за оцена на потресите и безбедносни растојанија.

Во трудот се дадени некои извршени мерења од сеизмичките потреси предизвикани при вршење на примарни минирања како и соодветни параметри во поглед на безбедноста на околните објекти.

Клучни зборови: сеизмички потреси, критериум, минирање, површински коп, сигурносни растојанија

1.0 ВОВЕД

Минирањето предизвикува различни послаби и појаки ефекти на околината во поглед на интензитетот на потресите, воздушните удари и разлетување на парчиња од минирана маса.

Овие негативни ефекти може да предизвикаат опасни последици по луѓето и објектите. За заштита од штетните ефекти воведени се стандарди и ограничувања за интензитетот на одредените ефекти а пред се на дозволеният интензитет на потреси на тлото на одредено растојание од минските серии.

Со заострување на еколошките барања за заштита на околината и почитување на приватната сопственост, примената на масовните минирања е ограничена и во строги рамки.

За таа цел се наметнува потребата од контрола, мерење и регулирање (колку е тоа можно) на осцилациите на тлото и сеизмичките потреси предизвикани од овие појавени осцилации како ефект од експлозијата при минирање. Еден од начините за контрола и намалување на овие осцилации е воведување на времена константа при минирањето т.е. милисекундно иницирање со примена на нонел - системот за иницирање.



Мерењето на потресите се врши со инструменти - сеизмографи. За таа цел се предвидува воведување на повеќе такви инструменти со цел на следење на овие ефекти, корегирање на некои параметри и сведување на овие негативни ефекти во рамки на дозволени осцилации и според еколошките стандарди кои важат во нашата земја.

Современите и модерни сеизмографи се опремени дополнително со електронски инструмент за регистрирање и мерење на воздушните бранови во точката на мерење што на графичкиот приказ се читува како четврта (C) компонентата.

2.0 Влијатени параметри за интензитетот на потреси и брзината на осцилации

За оцена и контрола на сеизмичкото дејство при минирање неопходно е познавање на некои основни физички параметри и закони поврзани со дефинирањето на оваа појава и пред се во врска со планирањето на минските серии. За таа цел неопходно е да се утврди законот на осцилирање на тлото во правец на минската серија и објектите кои се загрозени и треба да се заштитат. Една од најчесто користените равенки за оцена и контрола на осцилациите е образецот поставен од професорот М. А. Садовски, кој го дефинира законот за промена на брзината на осцилирање на тлото во зависност од растојанието, количината на експлозивот, условите на изведување на минирањето и структурно - геолошките и физички својства на карпестиот масив.

Најважни фактори за величината на интензитетот на потресите т.е. брзината на осцилирањето и времетраењето на потресот се:

- *карактеристиките на карпестиот масив и самата структура на тлото;*
- *растојанието од местот на минирање и*
- *количината на едновременно количество на инициран експлозив.*

Првиот фактор е природен и не може на него да се влијае со технички мерки. Останатите два се токму погодни и во рамките на овој проект, се вршени испитувања и прогнози за точно дефинирање на безбедното растојанието во поглед на потресите. Исто така и третиот фактор во потполност одговара за негово дефинирање и претставува основа за анализирање токму со воведувањето на нонел системите за иницирање кои една од поголемите (главни) предности им е токму можноста за поставување и дизајнирање на минските серии со различното временско иницирање на експлозивните полнења.

3.0 Извршени мерења на површински коп „Зелениковец“

За време на периодот на истражување извршени се поголем број на мински серии. За оваа цел овде ќе се прикажат дел од истите со постигнатите параметри. Минските серии се изведувани на површинскиот коп Зелениковец во текот на 2009 година.

Од овие изведени мински серии прикажани се главните дупчечко - минерски параметри и сигурносните растојанија до одредени објекти кои се наоѓаат во околината на површинскиот коп.

3.1 Општи карактеристики на површинскиот коп

Според геолошкиот елаборат за класификација и категоризација на рудните резерви на калцитски мермер од лежиштето “Зелениковец” - Скопско. истото е изградено е од прекамбриски високо метаморфни карпести маси-среднозрнести сивобели калцитски мермери, белосиви ситнозрнести доломити и доломитични мермерисани варовници.

Локалноста “Говрлевска Краста” односно микролокацијата на лежиштето за технички градежен камен-калцитски мермери “Зелениковец” се наоѓа југозападно од Скопје, односно јужно од с.Говрлево и западно од манастирот Св.Трифун.

Лежиштето “Зелениковец” е изградено од среднозрнести сивобели калцитски мермери, кои на еден дел од теренот се претворени во тектонски бречи, како последица на интензивна и јака тектоника.



Среднозрнестите сивобели калцитски мермери спаѓаат во палеозојските метаморфни карпести маси. Мермерната серија завршува со среднозрнестите сивобели калцитски мермери, кои постепено се развиени од подинските доломитски мермери.

Физичко-механичките карактеристики на калцитските мермери се испитани на три мостри при што се добиени следниве просечни вредности:

Табела 1

Физичко-механички карактеристики на калцитски мермери

- Волуменска маса	$\gamma_v = 2,73 \text{ (g/cm}^3\text{)}$
-Средна вредност на јакост на притисок	$\sigma_c = 104 \text{ (MPa)}$
- Порозност	0,26%
- Јакост на абење по Бен	17,9 (cm ³ /cm ²)
- Кохезија на карпата	$C_m = 11,98 \text{ (MPa)}$
- Агол на внатрешно триење	$\varphi = 54^\circ$

Врз основа на физичко-механичките и хемиските карактеристики, калцитските мермери од лежиштето "Зелениковец" - Скопско може да се употребуваат како обработен и необработен камен во градежништвото, како материјал за насипи, регулации на реки, за тампонски слоеви при изградба на патишта, за разни бетонски и асфалтни мешавини и друго.

3.2 Мински серии

Висината на етажите на површинскиот коп изнесува 9 - 10 м и според тоа просечната должина на минските дупки изнесува 10 метри.

Дупчењето на минските дупкотини се изведува со дупчалка од типот Атлас Копко со пречник на дупчење од 90mm.

- прва минска серија

ПК "ЗЕЛЕНИКОВЕЦ" Февруари 09.02.2009 год, МИНСКО ПОЛЕ НА Е-593									
Ред. бр.	Број на ред	Број на МД	Длабина на МД (m')	Вкупна длабочина на МД (m')	Должина на чеп Lc(m')	Должина на ЕП Lер (m')	Количина на експлозив Ре (kg/m')	Количина на експл. (kg/MD)	Вкупна количина на експл. (kg)
1	I	7	10	70	2	6,5	6,1	40	280
2	II	6	10	60	2	6,5	6,1	40	240
3	III	5	10	50	2	6,5	6,1	40	200
4	IV	4	10	40	2	6,5	6,1	40	160
5	V	4	10	40	2	6,5	6,1	40	160
Се вкупно:		26		260					1040
Амонит 6									134
Се вкупно:									1174

$P_e = 6,1 \text{ kg/m'}$

Средна длабочина на MD (m)	10	Dmd, mm	90
Количина на изминиран материјал (m ³)	1.950,00	$\gamma_e, \text{ kg/m}^3$	960



- втора минска серија

ПК "ЗЕЛЕНИКОВЕЦ" Март, 2009 год,
МИНСКО ПОЛЕ НА Е-598

Ред. бр.	Број на ред	Број на МД	Длабина на МД (m')	Вкупна длабочина на МД (m')	Должина на чеп Lc(m')	Должина на ЕП, Lep (m')	Количина на експлоз. Pe (kg/m')	Количина на експл. (kg/MD)	Вкупна количина на експл. (kg)
1	I-ви	10	15	150	2,5	11	6,1	67	670,00
2	II-ри	10	15	150	2,5	11	6,1	67	670,00
3	III-ти	10	15	150	2,5	11	6,1	67	670,00
4	IV-ти	10	15	150	2,5	11	6,1	67	670,00
Вкупно		40		600					2.680,00
Средна длабочина на МД (m)			15	Dmd,mm	90			Амонит 6	200,00
Количина (m ³)			4.500,00	γ_e , kg/m ³	960			Се вкупно	2.880,00
Pe = 6,1 kg/m'									

- трета минска серија

ПК "ЗЕЛЕНИКОВЕЦ" 11.06. 2009 год
МИНСКА СЕРИЈА НА Е – 590 (усек)

Ред. бр.	Број на МД	Длабина на МД (m')	Вкупна длабочина на МД (m')	Должина на чеп Lc(m')	Должина на ЕП Lep (m')	Количина на експлоз. Pe (kg/m')	Количина на експл. (kg/MD)	Вкупна количина на експл. (kg)
1	1	2	2	1	1	5,5	6	6,00
2	2	3,5	7	2	1,5	5,5	8	16,00
3	2	4	8	2,5	1,5	5,5	8	16,00
4	1	5	5	2,5	1,5	5,5	8	8,00
5	10	5,5	55	2,5	2	5,5	11	110,00
6	10	6	60	2,5	2,5	5,5	14	140,00
7	9	6,5	58,5	2,5	3	5,5	17	153,00
8	22	7	154	2,5	3,5	5,5	19	418,00
9	6	7,5	45	2,5	4	5,5	22	132,00
10	11	8	88	2,5	4,5	5,5	25	275,00
11	11	8,5	93,5	2,5	5	5,5	28	308,00
12	7	9	63	2,5	5,5	5,5	30	210,00
13	5	9,5	47,5	2,5	6	5,5	33	165,00
Вкупно		97	686,5				AN-FO	1.957,00
Pe = 5,5 kg/m'							Амонит 6	291,00

Средна длабочина на МД (m)	7,08	Dmd	90	mm
Количина (m ³)	5.150,70	γ_e	860	kg/m ³
Специф.потрошувач. (kg/m ³)	0,436	Pe (usv)	6,1	kg/m'



3.3 Резултати од извршени мерења и пресметка на сигурносни растојанија

За одредување на брзината на материјалните честички на тлото се користи познатата формула на проф. Садовски:

$$V = K_v \cdot R^{-n} \quad \dots \quad (1)$$

Во оваа равенка параметрите „K“ и „n“ се одредуваат со теренски мерења или се усвојуваат од табела додека „R“ претставува редуцирано растојание од местото на минирање до некоја мерна точка на копот. В овој труд ќе бидат дадени само мерењата од една минска серија.

За поточно утврдување на горе споменатите параметри, во овој случај, се користи методата на најмали квадрати. При тоа се добиени следните вредности:

Метода на најмали квадрати

Мерење и анализа бр. 1 Дата: 03/2009 god.

Ред.бр.	V _v (cm)	V _T (cm)	V _L (cm)	V _i max (cm/s)	r (m)	Q (kg)	R _i
1	2,8000	0,6940	0,3160	2,9020	162,00	2.680,00	11,6628
2	4,5900	3,4900	2,9700	6,4861	50,00	2.680,00	3,5996
3	2,9000	1,3300	1,3200	3,4527	130,00	2.680,00	9,3590

Red.br.	R _i	V _i	log R _i	log V _i	log R _i x log V _i	(log R _i) ²
1	11,6628	2,9020	1,0668	0,4627	0,4936	1,1381
2	3,5996	6,4861	0,5563	0,8120	0,4517	0,3095
3	9,3590	3,4527	0,9712	0,5382	0,5227	0,9432
Σ			2,5943	1,8129	1,4680	2,3908

n	3
S log R _i · log V _i	1,4680
S log R _i · S log V _i	4,703206
S(log R _i) ²	2,3908
(S log R _i) ²	6,7304

$$n = -0,6771$$

$$\log K_v = 1,1898367$$

$$K_v = 15,48$$

V granicno (cm/s)	3
V/K _v	0,1937691
log V/K _v	-0,7127155
log R	1,0525942
R (m/kg ^{2/3})	11,28741

$$r_s = 11,287 Q^{2/3} \quad (m)$$

$$Q = 0,000695 r^3 \quad (kg)$$

$$V(cm/s) = 15,48 R^{-0,6771}$$

Според добиените релации од извршените мерења може да се конструира крива која ќе ги одразува добиените резултати за растојанијата во зависност од количината на експлозивот, растојанието до мерното место, работната средина и начинот на минирање.



Вака добиените вредности според законот за осцилирање на тлото постои можност однапред за секое минирање да се прогнозира брзината на осцилирање и воопшто интензитетот на сеизмичкото дејство предизвикан од минирањето.

На тој начин минирањата кои ќе се изведуват на површинскиот коп ќе бидат под контрола и однапред ќе се одредува количината на експлозив за минирање, начинот на иницирање и која количина на експлозив максимално може да се иницира да не би се случило добивање на големи осцилации т.е. сеизмички потеси кои од своја страна имаа само негативно влијание на околината и посебно на оклоните објекти и косините од етажите.



Слика 1 Изглед на етажата пред и после минирањето

5. Заклучок

Со заострување на еколошките барања за заштита на околината и почитување на приватната сопственост, примената на масовните минирања е ограничена и во строги рамки.

За таа цел се наметнува потребата од контрола, мерење и регулирање (колку е тоа можно) на осцилациите на тлото и сеизмичките потреси предизвикани од овие појавени осцилации како ефект од експлозијата при минирање. Еден од начините за контрола и намалување на овие осцилации е воведување на времена константа при минирањето т.е. милисекундно иницирање со примена на нонел - системот за иницирање.

Истражувањата кои се однесуваат во поглед на сеизмичките потреси се изведени непосредно на површинскиот коп за технички камен - мермеризиран варовник, "Зелениковец" кај Скопје. Во овој рудник има делимично користење на современи методи за пресметки на опасни растојанија при минирање без посебни стручни анализи а контролата на сеизмичките потреси е занемарена или воопшто не е вршена. Со овие извршени мерења и почести контроли на сеизмичките потреси би се востановила најсоодветна метода на минирање која би имала минимални негативни ефекти по околината од една страна и обектите на копот кои се распоредени околу експлоатационото поле би биле во некој поглед заштитени и сигурни во поглед на дејството на експлозија.

Контролата и анализите на ефектите е вршена на повеќе начини и тоа во поглед на гранулацијата и сеизмичките ефекти на различни растојанија од минските серии, со различни количини на експлозив и примена на повеќе начини на иницирање и воопшто методи на минирање.

За намалување воопшто на сеизмичките потреси и добивање на подобри ефекти од минирањата се препорачува примена на Нонел системите за иницирање со едновременно иницирање на помали количини на експлозив при што би се добиле следните позитивни ефекти:

- рамномерно издробена гранулација



- намалување на процентот на нагабарити и со тоа помал број на секундарни минирања
- можност за соодветен распоред на иницирањето на минските серии
- голем избор и можности за дизајнирање на минските серии во поглед на број на дупчотини, редови и различни интервали
- иницирање на соодветна количина на експлозив при што би се намалиле сеизмичките ефекти на околината
- намалување на вибрациите на тлоти и воопшто ефектите од минирање со примена на различни интервали на иницирање

Литература

- [1] Trajkovic S, Lutovac S., (2003): Rudarski istrzni radovi, knjiga I RGF Beograd, Srbija
- [2] Slimak S., (1996) Izinjerska Geofizika, RGF Beograd, Srbija
- [3] Savic M., (2001) :Miniranje na povrnskim kopovima, Monografija, RTB Bor, Institut za bakar Bor, Indok centar, Bor, Srbija
- [4] Дамбов Р., Методи на минирање, (2011), Универзитетски учебник, УГД „Гоце Делчев“, ФПТН, Штип, Р. Македонија